

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *KNAUTIA ARVENSIS* (*DIPSACACEAE*)

Анализ эколого-ценотических характеристик природных ценопопуляций *Knautia arvensis* позволил установить диапазоны экологического пространства по увлажнению, богатству почв, богатству почв азотом, кислотности почв и освещенности. Анализ онтогенетической структуры показал, что для большинства изученных ценопопуляций характерен одновершинный онтогенетический спектр с максимумом на особях генеративного периода.

Ключевые слова: экология растений, популяционная ботаника, онтогенез.

В рамках эколого-демографического подхода наиболее существенной признается возрастная дифференциация особей, т. к. она лежит в основе исследований структуры и динамики популяций. Труды Т.А. Работнова и его последователей обоснован и развит подход к возрастной дифференциации особей, основанный на изучении индивидуального развития организма от рождения до смерти, или его онтогенеза [9].

Целью исследования было изучение эколого-ценотических особенностей короставника полевого *Knautia arvensis* (L.) Coult. и онтогенетической структуры его ценопопуляций в Республике Марий Эл в различных условиях обитания.

Исследуемый вид используется в народной медицине при кашле, болезнях горла и воспалениях мочевого пузыря. *K. arvensis* обладает противовоспалительным, антисептическим и кровоочистительным действием [6].

Материал и методика

Исследования проводили в 2005-2007 гг. в Республике Марий Эл в пяти ценопопуляциях *K. arvensis* (Юринский и Моркинский районы, в окрестностях города Йошкар-Ола, в лесопарке «Сосновая роща»). Эколого-ценотическая характеристика приведена в таблице 1. В пределах каждой ценопопуляции были равномерно заложены трансекты, которые разбивались на площадки размером 1 м², на которых проводили сплошной учет растений *K. arvensis*.

Определение онтогенетических состояний растений проводили согласно критериям, предложенным Т.А. Работновым [7], А.А. Урановым [8], дополненным Л.А. Жуковой [3]. При анализе онтогенетической структуры рассчитывали следующие характеристики ценопопуляций: индекс восстановления (I_v), индекс замещения

(I_z), индекс возрастности (Δ) [3, 8], энергетическую эффективность популяции (ω) [2].

Результаты геоботанических описаний фитоценозов обрабатывали по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [10] по программе «ECOSCALE». Определяли экологическую валентность (EV) и индекс толерантности вида (I_t) [4, 5, 11].

Результаты и обсуждение

K. arvensis – многолетнее, каудексовое поликарпическое травянистое растение, гемикриптофит. Побеги генеративного растения удлиненные, дициклические монокарпические. Стебли прямостоячие, вверху ветвистые, бороздчатые, покрытые внизу щетинистыми волосками. Размножение *K. arvensis* происходит семенами и вегетативно при помощи каудикул, которые могут отделяться от материнского растения и продолжать самостоятельное существование. К осени на каудикулах закладываются почки возобновления, дающие следующей весной вегетативные и генеративные побеги.

Короставник полевой растет иногда довольно обильно на сухих злаково-разнотравных лугах, на сырых лесных опушках, часто в посевах, на паровых полях, залежах, сорных местах, садах, огородах, земляных карьерах, насыпях вдоль дорог, по кустарникам [1] в степной и лесостепной зонах. Предпочитает плодородные, богатые гумусом почвы. Очень распространенный и весьма экологически устойчивый вид.

Исследуемые ценопопуляции *K. arvensis* произрастают на различных лесолуговых почвах (табл. 1) и приурочены к открытым или полукрытым пространствам. Анализ изученных нами ценопопуляций позволил рассчитать экологическое пространство вида. По изученным шести шкалам границы экологического пространства

Таблица 1. Характеристика исследованных ценопопуляций (ЦП) *Knautia arvensis* в Республике Марий Эл

№ п/п	Сообщество	Доминанты травянистого яруса	Hd	Tr	Nt	Rc	Lc	fH
1	Опушка хвойно-мелко-лиственного леса	<i>Pimpinella saxifraga</i> , <i>Hypericum perforatum</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Stellaria graminea</i> , <i>Lysimachia nummularia</i>	11,3	6,9	4,8	6,5	3,3	6,0
2	Пойменный разнотравный луг	<i>Potentilla argentea</i> , <i>Galium uliginosum</i> , <i>Fragaria viridis</i> , <i>Campanula patula</i> , <i>Stellaria graminea</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Poa pratensis</i>	11,5	6,8	5,1	6,9	3,5	6,0
3	Пойменный разнотравный луг		11,5	6,8	5,1	6,9	3,5	6,0
4	Суходольный разнотравный луг	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Hypericum perforatum</i> , <i>Alchemilla vulgaris</i> , <i>Phleum pratense</i> , <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Vicia cracca</i>	11,5	7,0	6,0	6,0	2,0	6,0
5	Суходольный разнотравный луг	<i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Trifolium pratense</i>	12,5	6,5	5,5	8,0	2,5	6,0

Примечание: Hd – влажность почв, Tr – богатство почв, Nt – Богатство почв азотом, Rc – кислотность почв, Lc – освещенность, fH – переменность увлажнения.

Таблица 2. Характеристика экологического ареала *Knautia arvensis* в исследованных ценопопуляциях (по шкалам Д.Н. Цыганова [10])

Экологическая шкала	1	2	3	4	5
Увлажнение почвы	0,0-23,0	5,0-15,0	41,6	10,0-13,0	30,0
Солевой режим почвы	0,0-19,0	3,0-13,0	52,6	5,0-9,0	40,0
Кислотность почвы	0,0-13,0	1,0-13,0	92,3	5,0-9,0	33,3
Богатство почв азотом	0,0-11,0	1,0-7,0	54,5	4,0-7,0	50,0
Освещенность	0,0-9,0	1,0-4,0	33,3	1,0-4,0	66,6
Переменность увлажнения	0,0-11,0	5,0-7,0	18,2	5,0-7,0	100,0

Примечание: 1 – диапазон шкалы, 2 – видовая амплитуда экологического ареала, 3 – доля экологического ареала вида от всей шкалы факторов (%), 4 – амплитуда экологического пространства ценопопуляций, 5 – доля экологического пространства ценопопуляций от экологического ареала вида (%).

не выходят за пределы экологического ареала вида. Индекс толерантности *K. arvensis* по шкалам увлажнения, освещенности, кислотности, солевого режима, богатства почв азотом, переменности увлажнения равен 0,55. Рассматриваемый вид относится к мезобионтной группе видов и имеет достаточно широкий диапазон толерантности. По значению экологической валентности *K. arvensis* относится к мезовалентной фракции (табл. 2). Доля экологического пространства исследованных ценопопуляций достаточно велика – от 40,0 до 100,0%, только по шкале увлажнения и кислотности в пределах 30,0%.

Все изученные ценопопуляции (ЦП) характеризуются отсутствием проростков и отмирающих растений. В ЦП 1 и ЦП 2 отсутствуют ювенильные, имматурные, виргинильные и сенильные особи. В ЦП 4 отсутствуют субсенильные и сенильные, а в ЦП 5 отсутствуют только ювенильные особи.

В ЦП 1 минимальное количество в онтогенетическом спектре приходится на особи скрытогенеративного и субсенильного онтогенетических состояний. В ЦП 2 минимальное коли-

чество особей приходится на скрытогенеративное онтогенетическое состояние. В ЦП 3 и ЦП 4 минимум на ювенильном онтогенетическом состоянии. В ЦП 5 минимум приходится на сенильное состояние. В ЦП 1 и ЦП 3 максимум приходится на группу зрелых генеративных особей, в ЦП 2 – на группу старых генеративных особей и в ЦП 4 и ЦП 5 – на группу молодых генеративных особей (табл. 3).

Все онтогенетические спектры являются одновершинными, за исключением ЦП 5, где выше кислотность почвы и имеется дополнительный максимум на виргинильной онтогенетической группе. Онтогенетические спектры ЦП 1 и ЦП 2 правосторонние, ЦП 4 и ЦП 5 – левосторонние, ЦП 3 – симметричный.

В ЦП 1 плотность генеративного периода равна 1,33, постгенеративного – 0,10. Общая плотность составляет 1,37 экз./м², коэффициент возрастности (Δ) – 0,65, индекс эффективности (ω) – 0,86. Общая плотность ЦП 2 составляет 2,41 экз./м², коэффициент возрастности (Δ) – 0,63, индекс эффективности (ω) – 0,81. Индексы восстановления и замещения в ЦП 3 равны:

Таблица 3. Онтогенетический состав ценопопуляций (ЦП) *Knautia arvensis*

№ п/п	Онтогенетические группы, %								
	<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g₀</i>	<i>g₁</i>	<i>g₂</i>	<i>g₃</i>	<i>ss</i>	<i>s</i>
1	-	-	-	3,0	12,1	42,4	39,4	3,0	-
2	-	-	-	2,4	9,7	19,5	63,4	4,9	-
3	0,5	2,8	7,4	14,0	18,4	23,0	20,3	12,0	2,0
4	2,0	6,1	7,1	6,1	28,7	25,5	21,4	-	-
5	-	7,3	12,9	6,2	25,8	23,6	16,3	7,3	0,6

Примечание: *p* – проростки, *j* – ювенильные, *im* – иматурные, *v* – виргинильные, *g₀* – скрыто генеративные, *g₁* – молодые генеративные, *g₂* – зрелые генеративные, *g₃* – старые генеративные, *ss* – субсенильные, *s* – сенильные.

Таблица 4. Некоторые показатели ценопопуляций (ЦП) *Knautia arvensis*

№ п/п	<i>I_b</i>	<i>I₃</i>	Δ	ω	Плотность особей по периодам, экз./м ²			
					А	Б	В	Общая
1	-	-	0,65	0,86	-	1,33	0,10	1,37
2	-	-	0,63	0,81	-	2,29	0,12	2,41
3	17,16	14,02	0,46	0,71	0,38	2,73	0,50	3,61
4	20,54	20,54	0,39	0,74	1,00	5,26	-	6,26
5	30,70	17,56	0,41	0,71	3,60	12,80	1,40	17,80

Примечание: А – плотность особей прегенеративного периода, Б – плотность особей генеративного периода, В – плотность особей постгенеративного периода. *I_b* – индекс восстановления, *I₃* – индекс замещения, Δ – индекс возрастности, ω – энергетическая эффективность.

I_b = 17,16%; *I₃* = 14,02%; это говорит о том, что подрост может восстановить незначительную часть генеративной фракции и заместить малую долю взрослой части ценопопуляции. Общая плотность составляет 3,61 экз./м², коэффициент возрастности (Δ) – 0,46, индекс эффективности (ω) – 0,71. Индексы восстановления и замещения в ЦП 4 между собой равны и составляют 20,54%. Коэффициент возрастности (Δ) равен 0,39, индекс эффективности (ω) – 0,74, общая плотность – 6,26 экз./м². Для ЦП 5 индекс восстановления равен 30,70%, а индекс замещения 17,56%. Коэффициент возрастности (Δ) равен 0,41, индекс эффективности (ω) – 0,71, общая плотность – 17,8 экз./м² (табл. 4).

Величина индекса возрастности ценопопуляций (Δ) варьирует от 0,39 до 0,65. Энергетическая эффективность (ω) пяти изученных ценопопуляций находится в пределах от 0,71 до 0,86, это подтверждает, что они являются зрелыми и стареющими.

В ЦП 1 отмечена самая низкая плотность особей *K. arvensis* – 1,37 экз./м², где почвы очень бедны азотом. В ЦП 2, 3, 4, 5, где почвы достаточно обеспечены азотом, плотность может изменяться от 2,41 до 17,8 экз./м². В то же время самая высокая общая плотность – 6,26 и 17,8 экз./м² и самая высокая плотность особей генеративного периода – 5,26 и 12,8 экз./м² – обнаружена

нами в ЦП 4 и 5, которые произрастают на более освещенных местообитаниях (суходольные разнотравные луга). В этих же ЦП 4 и ЦП 5 онтогенетические спектры левосторонние, с преобладанием молодых генеративных особей. В ЦП 1, 2, 3, произрастающих в более затененных местообитаниях (полукрытые пространства / светлые леса), онтогенетические спектры характеризуются как одновершинные симметричные (ЦП 3) или правосторонние (ЦП 1, 2).

Анализ онтогенетической структуры всех рассматриваемых ценопопуляций по классификации «дельта – омега» [2] показал, что ЦП 1 и ЦП 2 – стареющие, а ЦП 3, ЦП 4, ЦП 5 – зрелые. Высокие значения индекса эффективности свидетельствуют о достаточно хорошем и устойчивом состоянии ценопопуляций.

Наличие значительной доли особей прегенеративного периода в ЦП 3 свидетельствует о регулярном возобновлении особей *K. arvensis*. Наличие максимума на особях генеративного периода и их высокая плотность обусловлены наибольшей продолжительностью этого периода онтогенеза, а также особенностью самоподдержания ценопопуляций *K. arvensis*, когда оно осуществляется семенным путем и неглубоко омоложенными партикулами. Отсутствие особей прегенеративного периода в ЦП 1 и 2 и одновременно максимум в онтогенетическом спек-

тре на особях генеративного периода свидетельствует об определенной фитоценотической обстановке в этих ценопопуляциях, которая препятствует семенному размножению, а онтогенетические спектры в этих ценопопуляциях можно рассматривать как фитоценотически неполноценные. Для ЦП 4 характерно отсутствие особей постгенеративного периода, что в свою очередь свидетельствует о значительном преобладании процессов отмирания над процессами новообразования.

Заключение

Исследование онтогенетической структуры ценопопуляций, эколого-ценологических характеристик короставника полевого *Knautia arvensis* (L.) Coult. в фитоценозах Республики Марий Эл показало следующее.

Границы экологического пространства изученных ценопопуляций не выходят за пределы экологического ареала вида. Индекс толерантности *K. arvensis* составляет 0,55 (рассматриваемый вид относится к мезобионтной группе видов и имеет достаточно широкий диапазон толерантности). По значению экологической ва-

лентности *K. arvensis* относится к мезовалентной фракции. Доля экологического пространства исследованных ценопопуляций достаточно велика от – 40,0 до 100,0% – и только по шкале увлажнения и кислотности в пределах 30,0%

Онтогенетические спектры ценопопуляций являются одновершинными, за исключением ЦП 5, произрастающей на более кислой почве. Онтогенетические спектры ценопопуляций, произрастающих на более освещенной (суходольные разнотравные луга) территории (ЦП 4, 5), являются левосторонними, а в более затемненных местообитаниях – симметричными (ЦП 3) и правосторонними (ЦП 1, 2).

Различия в онтогенетической структуре связаны с различной фитоценотической и экологической характеристикой местообитаний и неравномерностью семенного и вегетативного способов самоподдержания (с помощью отделившихся каудикул).

Анализ онтогенетической структуры всех рассматриваемых ценопопуляций по классификации «дельта – омега» показал, что ЦП 1 и ЦП 2 – стареющие, а ЦП 3, ЦП 4, ЦП 5 – зрелые.

Список использованной литературы:

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2004. 520 с.
2. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. №1. С. 3–7.
3. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 223 с.
4. Жукова Л.А. Новые аспекты экологического анализа эколого-ценологических групп лесных и экотонных сообществ // VII Вавиловские чтения. Глобализация и проблемы национальной безопасности России в XXI веке. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. Ч. 2. С. 152–154.
5. Жукова Л.А. Биоиндикационные оценки экологического разнообразия растительных сообществ и их компонентов // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2004. С. 13–14.
6. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. М.: Нива России, 1992. 477 с.
7. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. С. 465–483.
8. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. №2. С. 7–34.
9. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др., М.: Наука, 1988. 236 с.
10. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.
11. Юскова Т., Жукова Л.А. Сравнительный анализ экологических валентностей и толерантности видов лесных и луговых эколого-ценологических групп (ЭГЦ), входящих в состав фитоценозов Республики Марий-Эл // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2006. С. 158–160.

Сведения об авторе: Илюшечкина Нелли Валентиновна, доцент кафедры ботаники и микологии
Марийский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент
Республика Марий Эл, 424020, г. Йошкар-Ола, почта 20, а/я 101, e-mail: nellybiol@list.ru

Ilyushechkina N. V.
EKOLOGO-CENOTICHESKAYA FEATURE AND STRUCTURA CENOPOPULATIONS KNAUTIA ARVENSIS (DIPSACACEAE)

The Analysis ecological-phytocenosis of the features natural cenopopulations *Knautia arvensis* has allowed to install the ranges ecological-go space on moistening, wealth of ground, wealth of ground by nitrogen, acidity of ground and luminosity. The Analysis ontogeny structures has shown that for majority described cenopopulations typical with one top ontogeny spectrum with maximum on person generative of the period.

The Keywords: ecology of the plants, population botany, ontogeny